教材习

第一章　原子结构与性质

第一节　原子结构

◆练习与应用

1.D　p 能级从第二能层开始出现，因此 K 能层不包含 p 能级。

2.A　d 能级从第三能层开始出现，所以不存在 2d 能级；f 能级从第四能层开始出现，所以不存在 3f 能级；p 能级从第二能层开始出现，所以不存在 1p 能级。

3.B　p 能级有 p_x、p_y、p_z 三个轨道。

4.C　S^{2-}有 18 个电子，其电子排布式应为 $1s^22s^22p^63s^23p^6$。

5.D　基态硫原子的最外层电子排布式为 $3s^23p^4$。A 项，3s 轨道的电子发生了跃迁，错误；B 项，3p 轨道上的两个单电子自旋状态不同，不符合洪特规则；C 项，3p 轨道上的电子排布不符合洪特规则。

6.(1)√　2s 轨道的半径大于 1s 轨道的半径。

(2)×　如 4s 能级的能量大于 3p 能级。

(3)×　p 能级都有三个轨道。

(4)√　p 轨道的形状都是哑铃形。

(5)√　2p 能级的三个轨道相互垂直且能量相同。

7.答案　2　1

解析　基态原子的核外电子填充在 6 个轨道中的元素的电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^1$ 或 $1s^22s^22p^63s^2$；基态原子的核外电子填充在 7 个轨道中的元素的电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^23p^1$。

8.答案　N　3　哑铃形

解析　基态钾原子的电子占据的最高能层的符号为 N；基态钾离子的电子占据的最高能级是 3p 能级，3p 能级有 3 个原子轨道，p 轨道是哑铃形的。

9.答案　(1)[Ar]$3d^24s^2$　3d：[↑][↑][ ][ ][ ]　4s：[↑↓]

(2)[Ar]$3d^54s^1$　3d：[↑][↑][↑][↑][↑]　4s：[↑]

(3)[Ar]$3d^{10}$　3d：[↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓]

10.答案　(1)C 或 O　(2)N　(3)Fe　$1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2$

(4)Cu　3d：[↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓]　4s：[↑]　(5)K 和 Cl、Li 和 H

解析　(1)A 元素基态原子的最外层有 2 个未成对电子，次外层有 2 个电子，其次外层为 K 层，最外层电子排布式为

5.C
电子
属性
错误
6.A
价,
确;
定,
正确
7.(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(6)
(7)
8.答案
元素
子层
含次
解析
电子
层的
9.答案

教材习题答案

第一章　原子结构与性质

第一节　原子结构

◆练习与应用

1.D　p 能级从第二能层开始出现，因此 K 能层不包含 p 能级。

2.A　d 能级从第三能层开始出现，所以不存在 2d 能级；f 能级从第四能层开始出现，所以不存在 3f 能级；p 能级从第二能层开始出现，所以不存在 1p 能级。

3.B　p 能级有 p_x、p_y、p_z 三个轨道。

4.C　S^{2-} 有 18 个电子，其电子排布式应为 $1s^22s^22p^63s^23p^6$。

5.D　基态硫原子的最外层电子排布式为 $3s^23p^4$。A 项，3s 轨道的电子发生了跃迁，错误；B 项，3p 轨道上的两个单电子自旋状态不同，不符合洪特规则；C 项，3p 轨道上的电子排布不符合洪特规则。

6.(1)√　2s 轨道的半径大于 1s 轨道的半径。

(5)E、F 元素的基态原子都只有一个未成对电子；它们相互作用形成的离子的电子层结构相同，且最高能级电子对数等于其最高能层的电子层数，符合条件的元素是 K 和 Cl、Li 和 H。

第二节　原子结构与元素的性质

◆练习与应用

1.B　209.0 是铋元素的平均相对原子质量，A 项错误；铋元素的 6p 能级有三个未成对电子，C 项错误；铋元素原子的 5 个价电子有 2 个在 6s 能级上，有 3 个在 6p 能级上，不同能级上的电子的能量不同，D 项错误。

2.B　第一电离能：Mg>Al>Na。

3.A　N、O、F 的电负性依次增大，A 项正确；第一电离能 F>N>O，B 项错误；F 没有正化合价，O 没有最高正价，C 项错误；原子半径：Na>O>F，D 项错误。

4.A　电负性 F>Cl>Br，A 项正确；F 没有正价，B 项错误；第一电离能 F>Cl>Br，C 项错误；单质的熔点 Br_2>Cl_2>F_2，D 项错误。

(2)× 如 4s 能级的能量大于 3p 能级。

(3)× p 能级都有三个轨道。

(4)√ p 轨道的形状都是哑铃形。

(5)√ 2p 能级的三个轨道相互垂直且能量相同。

7.答案 2 1

解析 基态原子的核外电子填充在 6 个轨道中的元素的电排布式为 $1s^22s^22p^63s^1$ 或 $1s^22s^22p^63s^2$；基态原子的核外电子充在 7 个轨道中的元素的电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^23p^1$。

8.答案 N 3 哑铃形

解析 基态钾原子的电子占据的最高能层的符号为 N；基钾离子的电子占据的最高能级是 3p 能级，3p 能级有 3 个原轨道，p 轨道是哑铃形的。

$2s^22p^2$ 或 $2s^22p^4$，故 A 是 C 或 O。

(2)B 元素的原子最外层电子排布式为 ns^nnp^{n+1}，s 轨道最多填充两个电子，故 $n=2$，B 元素原子的最外层电子排布式为 $2s^22p^3$，B 元素是 N。

(3)C 元素原子失去 2 个 4s 电子和 1 个 3d 电子后变成+3 价离子，其基态原子的核外电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2$，即 26 号元素铁。

(4)根据题意，首先写出电子排布式：$1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^1$，该元素为 29 号元素 Cu。

9.答案 (1)$[Ar]3d^24s^2$

3d					4s
↑	↑				↑↓

(2)$[Ar]3d^54s^1$

3d					4s
↑	↑	↑	↑	↑	↑

(3)$[Ar]3d^{10}$

3d				
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓

10.答案 (1)C 或 O (2)N (3)Fe $1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2$

(4)Cu

3d					4s
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑

(5)K 和 Cl、Li 和 H

解析 (1)A 元素基态原子的最外层有 2 个未成对电子，次外层有 2 个电子，其次外层为 K 层，最外层电子排布式为

(5)× 如：电负性 O>N，非金属性 O>N，第一电离能 N>O。

(6)√ 第四周期未成对电子数最多的元素是 Cr。

(7)× 如：Pb 的电负性为 1.9，但为金属。

8.答案 主族元素的核外电子最后填入的能级是 s 或 p，而副族元素的核外电子最后填入的能级为 d 或 f。主族元素的价电子层为最外层，而副族元素的价电子层除最外层外还可能包含次外层的 d 能级或倒数第三层的 f 能级

解析 主族元素的价电子就是最外层电子，而副族元素的价电子除最外层电子、次外层部分电子外，有的还包含倒数第三层的部分电子。

9.答案 (1)该元素是 17 号元素 Cl，位于元素周期表中第三周

$2s^22p^2$ 或 $2s^22p^4$,故 A 是 C 或 O。

(2)B 元素的原子最外层电子排布式为 $ns^n np^{n+1}$,s 轨道最多填充两个电子,故 $n=2$,B 元素原子的最外层电子排布式为 $2s^22p^3$,B 元素是 N。

(3)C 元素原子失去 2 个 4s 电子和 1 个 3d 电子后变成+3 价离子,其基态原子的核外电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2$,即 26 号元素铁。

(4)根据题意,首先写出电子排布式:$1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^1$,该元素为 29 号元素 Cu。

期ⅦA 族,属于 p 区

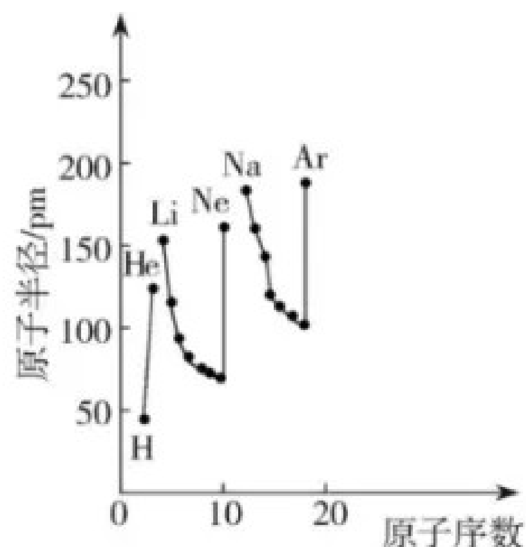
(2)该元素是 50 号元素 Sn,位于元素周期表中第五周期ⅣA 族,属于 p 区

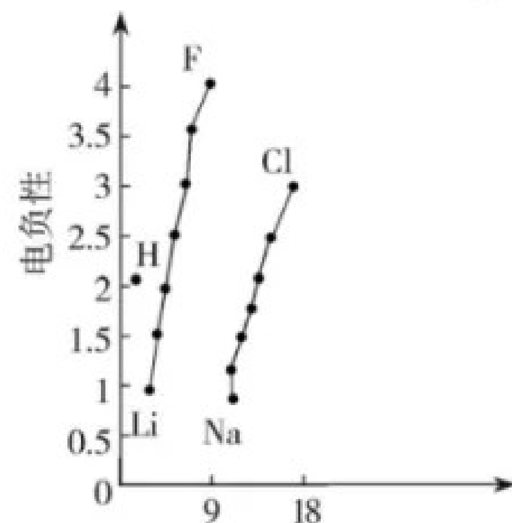
(3)该元素是 23 号元素 V,位于元素周期表中第四周期ⅤB 族,属于 d 区

(4)该元素是 29 号元素 Cu,位于元素周期表中第四周期ⅠB 族,属于 ds 区

(5)该元素是 19 号元素 K,位于元素周期表中第四周期ⅠA 族,属于 s 区

10.答案





11.答案 (1)H O Mg Si Cl

(2)Mg>Si>O

(3)元素周期律和元素周期表对工农业生产也具有一定的指导作用。由于在元素周期表中位置靠近的元素性质相近，这样，就启发了人们在元素周期表中的一定区域寻找具有一定性质的新物质。

(4)元素周期律的科学价值，还在于它从自然科学方面有力地论证了事物变化中量变引起质变的规律。

◆复习与提高

1.D 相同条件下，HX 的水溶液的酸性随 X 元素的原子序数的递增而逐渐增强。

2.A p 能级都是 3 个轨道，B、D 项错误；同一原子中，1s、2s、3s 电子的能量逐渐增加，C 项错误。

3.A C、N、O 三种元素中，第一电离能 N>O>C，B 项错误；Cl、S、P 三种元素中，原子半径依次增大，第一电离能 Cl>P>S，C 项错误；Al、Mg、Na 三种元素中，原子半径依次增大，第一电离能 Mg>Al>Na，D 项错误。

4.D 电负性：F>O>N，F>O>Cl，P＝H>As，Cl>S>As。

5.A 根据基态原子的电子排布式可知：①为硫元素，②为磷元素，③为氮元素，④为氟元素。同周期元素自左而右，第一电离能呈增大趋势，但磷元素原子 3p 能级为半满稳定结构，其第一电离能高于同周期相邻元素，所以第一电离能 Cl>P>S，F>N；同主族元素自上而下，第一电离能减小，故第一电离能 F>Cl，N>P，即 F>N>P>S，A 项正确。同周期元素自左而右，原

(3)O>Cl>Si

(4)Cl>Si>Mg

解析　W 的电子只有一种自旋取向，说明 W 元素原子核外只有一个电子，W 是氢元素；短周期元素中，原子核外 s 能级电子总数等于 p 能级电子总数的是 O 或 Mg，O 的第一电离能低于同周期相邻元素，故 X 是 O，Mg 的第一电离能高于同周期相邻元素，Y 是 Mg；根据题意，Z 位于第三周期，且价电子排布为 $3s^23p^2$，故 Z 是 Si；P、S、Cl、Ar 元素中，只有 Cl 元素原子核外有一个不成对电子，N 是 Cl。

12.答案　元素周期律的真正基础不是元素的相对原子质量，而是原子序数，也就是原子的核电荷数(或质子数)。

13.答案　元素周期律的科学价值可从如下几个方面分析：

(1)元素周期表是学习和研究化学的一种重要工具，是元素周期律的具体表现形式。我们可以利用元素的性质、元素在元素周期表中的位置、元素的原子结构三者之间的关系来指导我们对化学的学习和研究。

(2)对科学研究的指导作用：门捷列夫曾用元素周期律来预言未知元素并获得了证实；此后人们在元素周期律和元素周期表的指导下对元素的性质进行了系统的研究；对物质结构理论的发展起了一定的推动作用；元素周期律和元素周期表为新元素的发现以及预测它们的原子结构和性质提供了线索。

子半径减小，同主族元素自上而下，原子半径增大，所以原子半径：P>S>N>F，B 项错误。同周期元素自左而右，电负性增大，同主族元素自上而下，电负性减小，故电负性：F>N>S>P，C 项错误。硫元素最高正化合价为+6，氮元素和磷元素最高正化合价为+5，氟元素没有正化合价，D 项错误。

6.D　Mn 的价层电子排布为 $3d^54s^2$，符合基态电子排布的是 D。

7.BD　根据最外层电子排布式可知，X 可能是ⅠA 族或某些副族元素(如 Cu、Ag 等)，Y 是硅元素，Z 是氧元素，这三种元素可以组成 H_2SiO_3 或 $CuSiO_3$ 等，故选 BD。

8.A　115 号元素位于第七周期第ⅤA 族，$^{288}_{155}Mc$ 和 $^{290}_{155}Mc$ 互为同位素，二者化学性质几乎相同，故 A 项正确，B 项错误；Mc 是 p 区元素，C 项错误；按现有规则排满第八周期，应该含有 50 种元素，115 号元素的正下方是 165 号元素，D 项错误。

9.答案　Cr

(1)ⅥB　d

(2)$1s^22s^22p^63s^23p^63d^54s^1$　3d [↑|↑|↑|↑|↑]　4s [↑]

(3)4　7

(4)3d 能级和 4s 能级都是半充满结构

解析　第四周期未成对电子数最多的元素是 24 号元素 Cr，其价电子排布为 $3d^54s^1$，它位于第ⅥB 族，属于 d 区，它的 3d 能级和 4s 能级都是半充满结构。

10.答案

表示方法	Fe	Fe^{3+}
原子(或离子)结构示意图	(+26) 2 8 14 2	(+26) 2 8 13
电子排布式	$[Ar]3d^64s^2$	$[Ar]3d^5$
轨道表示式	1s [↑↓] 2s [↑↓] 2p [↑↓][↑↓][↑↓] 3s [↑↓] 3p [↑↓][↑↓][↑↓] 3d [↑↓][↑][↑][↑][↑] 4s [↑↓]	1s [↑↓] 2s [↑↓] 2p [↑↓][↑↓][↑↓] 3s [↑↓] 3p [↑↓][↑↓][↑↓] 3d [↑][↑][↑][↑][↑]

四　Ⅷ　d

11.答案　Fe^{2+}的价电子排布为$3d^6$，Mn^{2+}的价电子排布为$3d^5$，$3d^5$的半充满结构更稳定，失去电子更困难。

12.答案　当钾或钠在火焰上灼烧时，原子中的电子吸收了能量，从能量较低的轨道跃迁到能量较高的轨道，但处于能量较高轨道上的电子是不稳定的，很快跃迁回能量较低的轨道，这时就将多余的能量以光的形式放出。而放出的光的波长在可见光范围内（波长为400 nm~760 nm），因而能使火焰呈现颜色。但由于钾和钠的原子结构不同，电子跃迁时能量的变化不相同，故放出不同波长的光，火焰呈现出不同颜色。

13.答案　（1）>　<　<　>

（2）3

解析　（2）第二周期的Be、C和O的第一电离能介于B和N之间。

14.答案　（1）①H　N　O　Na　Al　Cu

②O>N>H

③N>O>Al>Na

（2）Al

（3）ds　价电子排布式为$(n-1)d^{10}ns^{1\sim2}$，即次外层d轨道是满的，最外层轨道上有1~2个电子

解析　宇宙中含量最多的元素是氢元素，A是H；C元素原子

6.答案　略

7.答案　键能和键长都是衡量共价键稳定性的参数。Cl、Br、I为同一主族元素，同一主族元素从上到下，原子半径逐渐增大，故Cl—Cl、Br—Br、I—I的键长依次增长，键能依次减小，表明Cl_2、Br_2、I_2分子中的共价键的牢固程度依次减弱。

解析　本题考查学生对共价键的键能和键长的理解程度。键能和键长共同决定共价键的牢固程度即分子的稳定性。Cl—Cl、Br—Br、I—I的键长依次增长，键能依次减小，说明Cl_2、Br_2、I_2分子中共价键的稳定性依次减弱。

8.答案

键	键长/pm	键能/$kJ\cdot mol^{-1}$	HX在1 273 K的分解百分数/%
H—Cl	127.4	431.8	0.001 4
H—Br	141.4	366	0.5
H—I	160.9	298.7	33

解析　通过上表数据比较可知：H—Cl键的键长最短，键能最大，在相同温度下分解百分数最小，说明HCl分子最稳定。H—I键的键长最长，键能最小，在相同温度下分解百分数最大，说明HI分子最不稳定。由此可知：分子中共价键的键长越短，键能越大，共价键越牢固，分子也越稳定。

的价层电子排布是 $ns^n np^{2n}$，s 能级最多容纳 2 个电子，$n=2$，故 C 是 O；可知 B 元素原子的 2p 轨道都有电子且自旋方向相同，故其价电子排布是 $2s^2 2p^3$，B 是 N；D 元素原子中只有两种形状的电子云，说明 D 元素的原子只有 s 电子云和 p 电子云，最外层只有一种自旋方向的电子，说明最外层只有 1 个电子，因其原子序数大于氧元素，故 D 元素是 Na[若 D 元素是 K，E 元素可以是 Ti 或 Ge，这样(2)中的图表就没有对应的元素了，故排除 D 是 K]；E 有三个电子层，价电子数是 3，故 E 是 Al；F 元素的最外层只有一个电子，其次外层内的所有轨道的电子都成对，故 F 是 Cu。

第二章　分子结构与性质

第一节　共价键

◆练习与应用

1.C　p 轨道既可以形成 σ 键也可以形成 π 键，C 项错误。

2.A　H—F 的键长是 H—X 中最短的，B 项错误，H—F 是 s-p σ 键，C 项错误；H—F 的键能是 H—X 中最大的，D 项错误。

3.B　一般，键长越长，共价键越不稳定，故 B 项错误。

4.B　由于共价键有饱和性，故不存在 H_3O 分子。

5.(1)×　共价键的成键原子也可以有金属原子，如 $AlCl_3$。

(2)×　σ 键的强度不一定比 π 键大，如 N_2 分子中存在的

越短，键能越大，共价键越牢固，分子也越稳定。

第二节　分子的空间结构

◆练习与应用

1.A　中心原子是 sp^3 杂化的分子不一定是正四面体形，如 NH_3、CH_2Cl_2 等，B 项错误；BF_3 的中心原子是 sp^2 杂化，C 项错误；SCl_2 的中心原子 S 是 sp^3 杂化，D 项错误。

2.C　BF_3 的中心原子是 sp^2 杂化，其他分子的中心原子都是 sp^3 杂化。

3.D　SO_2 中 S 原子存在孤电子对，A 项错误；CO_2 中 C 是 sp 杂化，SO_2 中 S 是 sp^2 杂化，B 项错误；SO_2 的空间结构是 V 形，C 项错误。

4.B　SO_3^{2-} 的 VSEPR 模型是四面体形，空间结构是三角锥形，A 项不符合题意；ClO_4^- 的 VSEPR 模型是正四面体形，空间结构是正四面体形，B 项符合题意；NO_2^- 的 VSEPR 模型是平面三角形，空间结构是 V 形，C 项不符合题意；ClO_3^- 的 VSEPR 模型是四面体形，空间结构是三角锥形，D 项不符合题意。

5.D　OF_2 的 VSEPR 模型是四面体形，空间结构是 V 形，D 项符合题意；NF_3、H_3O^+ 的 VSEPR 模型是四面体形，空间结构是三角锥形，B、C 两项不符合题意；SO_2 的 VSEPR 模型是平面三角形，空间结构是 V 形，A 项不符合题意。

6.C　NH_3、H_3O^+ 的空间结构是三角锥形；H_2O、SO_2 的空间结构是 V 形；CO_2 与 $BeCl_2$ 的空间结构是直线形，故答案为 C。

N≡N 键能比 3 个 N—N 键能大,也比一个 N—N 和一个 N═N 键能加起来要大,说明 N≡N 中的 π 键比 σ 键强。

(3)× 稀有气体分子中不存在化学键。

(4)√

(5)√

(6)× C≡C 的键能是 812 kJ/mol,C═C 的键能是 615 kJ/mol,C—C 的键能是 347.7 kJ/mol。

(7)× 键长是振动着的原子处于平衡位置时的核间距。

7.(1)× 杂化轨道用于形成 σ 键或用来容纳未参与成键的孤电子对。

(2)× 不一定,如 NH_3,CH_2Cl_2 等。

(3)× NH_3 中 N 原子是 sp^3 杂化。

(4)√

(5)× 中心原子是 sp 杂化的,其分子的空间结构一定为直线形。

(6)√

8.答案

AB_n	分子的空间结构	典型例子
$n=2$	直线形	CO_2、$BeCl_2$
$n=3$	平面三角形	BF_3、BCl_3、BBr_3
$n=4$	正四面体形	CH_4、CCl_4、SiF_4

9.答案

原子总数	粒子	中心原子孤电子对数	中心原子的杂化轨道类型	空间结构
3	CO_2	0	sp	直线形
	SO_2	1	sp^2	V 形
	H_2O	2	sp^3	V 形
	HCN	0	sp	直线形
4	BF_3	0	sp^2	平面三角形
	NH_3	1	sp^3	三角锥形
	H_3O^+	1	sp^3	三角锥形
	CH_2O	0	sp^2	平面三角形
5	CH_4	0	sp^3	正四面体形
	SO_4^{2-}	0	sp^3	正四面体形

8.答案 (1)水分子中正电中心与负电中心不重合,是极性分子;二氧化碳分子中正电中心与负电中心重合,是非极性分子。

(2)化合物在常温下的存在状态取决于它们的熔、沸点高低。CO_2 和 CS_2 组成和结构相似,相对分子质量越大,范德华力越大,熔、沸点越高。

(3)乙醇分子中的烃基较小,其中的—OH 与水分子的—OH 相近,因而乙醇能与水互溶;而 1-戊醇中的烃基较大,其中的—OH 与水分子的—OH 的相似因素小得多了,因而它在水中的溶解度较小。

(4)NH_3 与 PH_3 的组成和结构相似,但 NH_3 分子与水分子间可形成氢键,PH_3 不能。

9.答案 两张图表明结构相似的气态氢化物的沸点一般随相对分子质量增大而升高,这是由于相对分子质量越大,范德华力越大。但氟化氢、水和氨的沸点反常得高,是因为在它们的分子之间存在较强的相互作用力,即氢键。

10.答案 对羟基苯甲酸的沸点高。因为对羟基苯甲酸中存在分子间氢键,而邻羟基苯甲酸中存在分子内氢键,不存在分子间氢键。

◆复习与提高

1.B 氯气的相对分子质量较大,范德华力较大,故易液化,A 项

10.答案 在乙炔分子中,每个碳原子均采取 sp 杂化,2 个碳原子各以 1 个 sp 杂化轨道与氢原子形成 1 个 C—H σ 键,同时又各以其另 1 个 sp 杂化轨道形成 1 个碳碳 σ 键,除此之外,每个碳原子通过 2 个未参与杂化的 p 轨道(相互垂直)与另一个 C 原子形成了 2 个 π 键。因此,乙炔的三键中有 1 个 σ 键和 2 个 π 键。

第三节　分子结构与物质的性质

◆练习与应用

1.AD 非极性分子中也可能含有极性键,A 项错误;由极性键构成的双原子分子一定是极性分子,D 项错误。

2.A 氢键不是共价键,A 项错误。

3.C NH_3的空间结构是三角锥形,A 项错误;CCl_4分子中,C 原子位于正四面体的体心,B 项错误;CO_2是非极性分子,C 原子处于 2 个 O 连线的中央,D 项错误。

4.B CH_4是由极性键构成的非极性分子,A、D 两项不符合题意;CO_2、CS_2是非极性分子,C 项不符合题意。

5.B 氯气溶于 NaOH 溶液是因为二者发生化学反应。

6.C 根据题意可知,O_3 分子是极性分子,O_2 分子是非极性分子,故在水中的溶解度 $O_3>O_2$。

7.(1)√　H_2O_2、C_2H_5OH 等极性分子中含有非极性键。

(2)√　CO_2 分子中含有极性键,它属于非极性分子。

(3)×　乙醇分子和水分子间存在范德华力和氢键。

不符合题意;氨气能和水形成分子间氢键,与氨气极易溶于水有关,B 项符合题意;H—X 键能随着原子序数的增加而减小,故 HX 在水中越来越容易电离出 H^+,C 项不符合题意;水高温下难以分解是因为 H—O 键能大,D 项不符合题意。

2.D 1 个丙烯($CH_3—CH═CH_2$)分子中存在 6 个 C—H σ 键和 2 个碳碳 σ 键,还有 1 个 π 键,则共有 8 个 σ 键,1 个 π 键,故 A 正确;甲基中的 C 为 sp^3杂化,C═C 中的 C 为 sp^2杂化,则丙烯分子中有 2 个 C 原子为 sp^2 杂化,故 B 正确;C═C 为平面结构,甲基中的 C 与双键碳原子直接相连,则三个碳原子在同一平面内,故 C 项正确;由于甲基的存在,丙烯分子中所有原子不可能共平面,D 项错误。

3.A 氢氰酸分子中的原子都达到稳定结构,氢原子是 2 电子稳定结构,碳原子和氮原子都是 8 电子稳定结构,其结构式为 H—C≡N,为直线形分子,碳原子为 sp 杂化。

4.D C_2H_4中两个碳原子之间形成非极性共价键,碳原子与氢原子间形成极性共价键。

5.A $BeCl_2$、BH_3、CO_2都是非极性分子。

6.B CO_2是非极性分子,A 项错误;HF、HCl、HBr、HI 的稳定性依次减弱,C 项错误;H_2O 是 V 形分子,D 项错误。

7.D CS_2是直线形的非极性分子,A 项错误;ClO_3^-的空间结构是三角锥形,B 项错误;NO_3^-的空间结构是平面三角形,C 项错误。

8.答案 (1)$1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^2$

(4)√　X—H⋯Y 中三原子在同一条直线时,作用力最强。

(5)√　有些分子内氢键形成时,X—H⋯Y 三个原子不在同一条直线上。

(6)×　水分子中共价键强于硫化氢分子内的共价键,故水分子的稳定性大于硫化氢分子。

(7)×　可燃冰中水分子间存在氢键,但 CH_4 与 H_2O 之间不存在氢键。

(8)×　卤素氢化物中,HF 的分子间存在氢键,其熔、沸点比 HCl 高。

(2)平面三角形　sp^2

解析　(2)根据价层电子对互斥模型判断 CO_3^{2-} 是平面三角形结构,中心原子是 sp^2 杂化。

9.答案　CCl_4 空间结构是正四面体形;NH_3 空间结构是三角锥形;H_2O 空间结构是 V 形。

10.答案　在乙烷分子中,碳原子的 2s 轨道和三个 2p 轨道形成四个均等的 sp^3 杂化轨道,轨道之间的夹角为 109°28′,这四个杂化轨道与三个氢原子的 1s 轨道、另一个碳原子的一个 sp^3 杂化轨道“头碰头”形成四个 σ 键。

在乙烯分子中，碳原子的2s轨道和两个2p轨道形成三个均等的sp^2杂化轨道，这三个杂化轨道与两个氢原子的1s轨道、另一个碳原子的一个sp^2杂化轨道"头碰头"形成三个σ键，轨道之间的夹角为120°，还有一个2p轨道与另一个碳原子中的2p轨道"肩并肩"形成一个π键，所以乙烯分子中的所有原子在一个平面内，且键角为120°。

在乙炔分子中，碳原子的2s轨道和一个2p轨道形成两个均等的sp杂化轨道，轨道之间的夹角为180°，这两个杂化轨道与一个氢原子的1s轨道、另一个碳原子的一个sp杂化轨道"头碰头"形成两个σ键，还有两个2p轨道与另一个碳原子的两个2p轨道"肩并肩"形成两个π键，所以乙炔分子中的所有原子在一条直线上。

当乙炔加氢生成乙烯时，碳原子的杂化方式会由sp变为sp^2，继续加氢生成乙烷时，碳原子的杂化方式变为sp^3。

11.答案　乙烯分子中的碳原子采取sp^2杂化，杂化后的3个sp^2杂化轨道呈平面三角形，而剩下的未参与杂化的2p轨道垂直于这3个sp^2杂化轨道构成的平面，2个碳原子各以2个sp^2杂化轨道与氢原子形成碳氢σ键，而2个碳原子之间又各以1个sp^2杂化轨道形成碳碳σ键。另外，每个碳原子还有一个未参与杂化的2p轨道，两个2p轨道"肩并肩"重叠形成π键，π键是不能旋转的，所以乙烯分子中的双键是不能旋转的，四个氢原子在同一平面上

解析　核外电子总数等于其周期数的元素是氢元素，故a是氢元素；c的最外层电子数是其内层电子数的3倍，故c是氧元素；d与c同族，且均为短周期元素，d是硫元素；b的原子序数小于O且价电子层中有3个未成对电子，故b是氮元素。

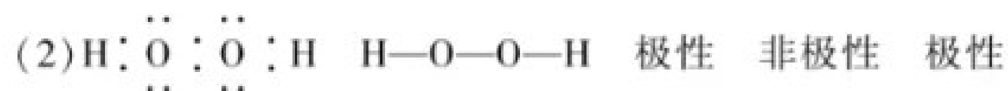
(2)题中元素可以形成H_2SO_4、H_2SO_3、HNO_3、HNO_2等酸，其对应酸根离子的空间结构与中心原子杂化轨道类型如下：

酸根离子	空间结构	中心原子的杂化轨道类型
SO_4^{2-}	正四面体形	sp^3
SO_3^{2-}	三角锥形	sp^3
NO_3^-	平面三角形	sp^2
NO_2^-	V形	sp^2

14.答案　OF_2分子中的中心原子氧原子的杂化轨道类型为sp^3，与H_2O分子中的中心原子氧原子的杂化轨道类型相同。在OF_2和H_2O分子中氧原子都存在两对孤电子对，这两对孤电子对占据氧原子周围的空间，对成键电子对有排斥作用，导致两种分子均为V形结构，但O与F的电负性差值不如O与H的电负性差值大，O—H键的极性比O—F键的极性大，所以H_2O分子为典型的极性分子，而OF_2分子的极性很小。

解析　碳原子的几种成键特点：(1)形成四个单键，碳原子采取 sp^3 杂化，与周围直接相连的原子形成 σ 键，并构成四面体结构；(2)形成一个双键和两个单键，碳原子采取 sp^2 杂化，与周围直接相连的原子形成三个 σ 键和一个 π 键，该碳原子与周围直接相连的原子形成平面三角形结构；(3)形成一个单键和一个三键，碳原子采取 sp 杂化，与周围直接相连的原子形成两个 σ 键和两个 π 键，该碳原子与周围直接相连的原子处于同一条直线上。

12.答案　(1)O—H>水分子间的氢键>水分子间的范德华力　sp^3　大　H_2O 中存在孤电子对间的斥力、孤电子对与 σ 键电子对之间的斥力、σ 键电子对之间的斥力，H_3O^+ 中只存在孤电子对与 σ 键电子对之间的斥力、σ 键电子对之间的斥力，故H_2O 的键角小于 H_3O^+的键角



水是极性分子，H_2O_2 是极性分子且能和水分子形成氢键，CCl_4是非极性分子

解析　(1)孤电子对间的斥力>孤电子对与 σ 键电子对之间的斥力>σ 键电子对之间的斥力，H_2O 中存在孤电子对间的斥力、孤电子对与 σ 键电子对之间的斥力、σ 键电子对之间的斥力，H_3O^+中只存在孤电子对与 σ 键电子对之间的斥力、σ 键电子对之间的斥力，故 H_2O 的键角小于 H_3O^+的键角。

第三章　晶体结构与性质

第一节　物质的聚集状态与晶体的常识

◆练习与应用

1.C　区分晶体和非晶体最可靠的科学方法是 X 射线衍射实验。

2.B　晶体的自范性是指在适宜的条件下，晶体能够自发地呈现多面体外形的性质。

3.C　石英玻璃是非晶体，水晶是晶体，A 项错误；区分晶体和非晶体最可靠的方法是对固体进行 X 射线衍射测定，B 项错误；粉末状固体可能是晶体，D 项错误。

4.A　位于晶胞内部的粒子完全属于该晶胞，B 项错误；并不是所有的晶胞都是平行六面体，C 项错误；不同晶体中的晶胞的大小和形状不一定相同，D 项错误。

5.(1)×　固态物质内部微粒是周期性有序排列的才是晶体。

(2)×　具有规则几何外形但内部微粒不是有序排列的固体不是晶体。

(3)√

(4)×　无定形 SiO_2不是晶体。

(5)×　晶胞是晶体中最小的重复单位，但不一定是最小的平

13.答案　(1)sp^3　H_2O_2

(2)

含氧酸	酸根离子	空间结构	中心原子的杂化轨道类型
H_2SO_4	SO_4^{2-}	正四面体形	sp^3
H_2SO_3	SO_3^{2-}	三角锥形	sp^3
HNO_3	NO_3^-	平面三角形	sp^2
HNO_2	NO_2^-	V 形	sp^2

行六面体。

(6)√

6.答案　晶体与玻璃体的本质差别在于构成固体的粒子在微观空间里是否呈现周期性的有序排列。

7.答案　2　4

解析　A 中含有的铁原子数为 $8\times\frac{1}{8}+1=2$。

B 中含有的铁原子数为 $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$。

8.答案 (1)6

(2)3∶1∶1

解析 (1)根据晶胞的结构可知，以晶胞顶点上的钛离子为例，与之最近的钛离子分布在与该顶点相邻的顶点上，这样的离子有 6 个。

(2)利用均摊法可知在每个晶胞中钛离子个数为 $8\times\frac{1}{8}=1$，氧离子个数为 $12\times\frac{1}{4}=3$，钙离子个数为 1，所以氧、钙、钛的粒子个数比是 3∶1∶1。

9.答案 2

解析 从晶胞中碘分子的倾斜方向可以看出有两种不同的取向。

第二节 分子晶体与共价晶体

◆练习与应用

1.B 碘晶体升华时破坏的是分子间作用力，B 项错误。

2.B 冰融化时破坏的是分子间作用力，H—O 没有发生断裂，A 项错误；分子晶体的熔、沸点高低与分子间作用力有关，与分子内化学键键能无关，C 项错误；分子晶体中，分子间作用力与物质的稳定性无关，分子内共价键的强弱与物质的稳定性有关，D 项错误。

第三节 金属晶体与离子晶体

◆练习与应用

1.C 金属晶体由自由电子与金属阳离子共同构成；这些微粒间均存在着相互作用。

2.B 金属能导电与金属晶体的构成有关，金属晶体中的自由电子可以在整块晶体中运动，在外加电场的作用下可以发生定向移动从而形成电流。

3.B 共价晶体中只存在共价键，A 项错误；有些离子晶体中含有共价键，B 项正确，C 项错误；金属晶体中有阳离子但是没有阴离子，D 项错误。

4.D NaCl、Na_2O 中不含共价键；Na_2O_2 中含有离子键和非极性共价键；NaOH 中含有离子键和极性共价键。

5.C CO_2、HCl、CS_2、CCl_4 形成的晶体是分子晶体，SiO_2 形成的晶体是共价晶体；NaCl、$MgCl_2$ 晶体是离子晶体。

6.答案 电子气理论认为金属键是金属原子脱落下来的价电子形成遍布整块晶体的“电子气”，被所有原子所共用，从而把所有的金属原子维系在一起。当金属受到外力作用时，晶体中的各原子层就会发生相对滑动，但不会改变原来的排列方式，金属键并没有被破坏，所以金属有延展性。[illegible]电子在外加电场作用下发生定向移动，形成电流，因此金属具

有关,D 项错误。

3.B　共价晶体的硬度大、熔点高,故选 B。

4.C　稀有气体形成的晶体中不含化学键,A 项错误;分子晶体的熔点一般比共价晶体低,B 项错误;SiO_2 晶体是共价晶体,D 项错误。

5.答案　分子晶体的构成微粒是分子,分子间通过分子间作用力结合成晶体;共价晶体的构成微粒是原子,原子间通过共价键结合成晶体。

6.答案　“冰属于共价晶体”的说法错在只认识到冰中的水分子中含有 O—H,而没有认识到冰是由水分子构成的,水分子间存在的作用力是氢键和范德华力,不是化学键。

7.答案　金刚石、石英、金刚砂(SiC)是共价晶体;干冰、冰、可燃冰、硫黄、C_{60}、碘、白磷(P_4)、苯甲酸、稀有气体的晶体、氧气的晶体、氮气的晶体是分子晶体。

8.答案　12　4　冰内部存在着氢键,由于氢键具有方向性和饱和性,故干冰中 CO_2 的配位数大于冰中水分子的配位数

解析　如图所示,若将 8 个 CO_2 晶胞堆积在一起,在平面 xOy 上有 4 个面心上的 CO_2 分子与 O 点的 CO_2 分子紧邻,在平面 xOz 上有 4 个面心上的 CO_2 分子与 O 点的 CO_2 分子紧邻,在平面 yOz 上有 4 个面心上的 CO_2 分子与 O 点的 CO_2 分子紧邻,即 1 个 CO_2 分子周围有 12 个紧邻的 CO_2 分子。

有导电性;当金属某部分受热时,自由电子在热的作用下与金属原子频繁碰撞,这样能量从温度高的区域传递到温度低的区域,因此金属具有导热性。

7.答案　四类晶体都存在过渡型,如 Na_2O 晶体中离子键的百分数为 62%,Al_2O_3 晶体中离子键的百分数为 41%,它们都是离子晶体与共价晶体之间的过渡晶体。有一些晶体,晶体内可能同时存在着多种不同的作用力,具有多种晶体的结构和性质,这类晶体称为混合型晶体。石墨晶体就是一种典型的混合型晶体。

8.答案　离子晶体(构成粒子为阴、阳离子):氯化铯、氯酸钾、高锰酸钾

共价晶体(构成粒子为原子):石英、金刚砂

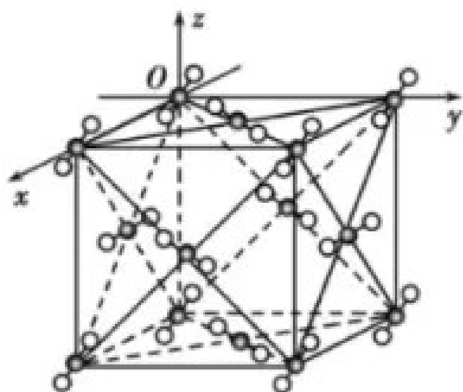
分子晶体(构成粒子为分子):水、苯酚(C_6H_5OH)

金属晶体(构成粒子为金属阳离子和自由电子):铁

9.答案　食盐属于离子晶体,石英属于共价晶体,晶体内部成键情况不同,前者是离子键,后者是共价键,作用力的大小有差距,因此摩氏硬度相差极大。

10.答案　+1

解析　该晶胞结构中,含有 4 个 Cu 原[illegible]2 [illegible],化学式为 Cu_2O,Cu 为+1 价。



冰中每个水分子最多与 4 个水分子相连接；冰内部存在着氢键，由于氢键具有方向性和饱和性，故干冰中 CO_2 的配位数大于冰中水分子的配位数。

9.答案　略

11.答案　“热袋”里的液体是过饱和醋酸钠溶液。因为过饱和溶液的浓度太高，所以并不稳定。当搓捻金属小圆片时，所产生的轻微振动便足以使溶质结晶，变成较稳定的固体，这个过程是放热的。

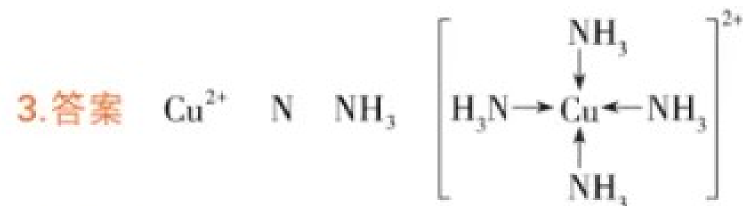
第四节　配合物与超分子

◆练习与应用

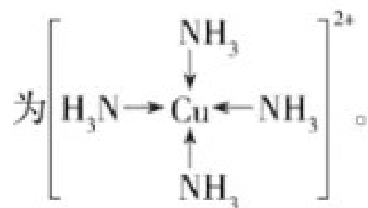
1.B　NH_4^+中不存在孤电子对，不能做配位体。

2.B　铜离子和氨水先生成氢氧化铜沉淀，氢氧化铜再和氨水反应生成配离子 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$，所以反应前后 Cu^{2+} 的浓度改

变，A 项错误；硫酸铜和氨水反应生成氢氧化铜蓝色沉淀，继续加氨水时，氢氧化铜沉淀和氨水继续反应生成配离子$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$而使溶液变澄清，B 项正确；在$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$中，Cu^{2+}提供空轨道，NH_3给出孤对电子，C 项错误；向反应后溶液中加入乙醇，有深蓝色沉淀$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O$生成，D 项错误。

3.答案　Cu^{2+}　N　NH_3　

4.答案　正四面体　配位键　N

5.答案　通常把金属离子或原子（称为中心离子或原子）与某些分子或离子（称为配体或配位体）以配位键结合形成的化合物称为配位化合物，简称配合物。如$[Cu(NH_3)_4]SO_4$中，NH_3分子中氮原子的孤电子对进入Cu^{2+}的空轨道，Cu^{2+}与NH_3分子中的氮原子形成配位键。配离子$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$可表示为。

6.答案　Fe^{3+}和SCN^-结合形成血红色的配离子。

下呈液态；分子晶体在常温下多数以气态形式存在，但仍有部分分子晶体以固态形式存在（如单质硫、单质碘等）。

6.D　A 中为 C 和 O，形成的化合物为CO_2，为分子晶体；B 中为 Ca 和 Cl，形成的化合物为$CaCl_2$，为离子晶体；C 中为 Si 和 C，形成的化合物为 SiC，为共价晶体；D 中为 Si 和 O，形成的化合物为SiO_2，为共价晶体。

7.C　X 与 Y 两种元素的核电荷数之和为 22，X 元素原子的核外电子数比 Y 少 6 个，则 X 为氧，Y 为硅，从而可以推知选 C。

8.D　只有碘和干冰都为分子晶体，而其他选项中各组晶体类型不同，故熔化时克服的粒子间作用类型不同。

9.答案　根据相似相溶规律，可推出硫是分子晶体。

10.答案　干冰熔化或升华时只破坏分子间作用力，并不破坏CO_2分子内的共价键。

11.答案　在冰晶体中存在氢键，由于氢键的存在迫使在四面体中心的每个水分子与四面体顶角方向的 4 个相邻水分子相互吸引。这一排列使冰晶体中的水分子的空间利用率不高，留有相当大的空隙。当冰刚刚融化为液态水时，热运动使冰的结构部分解体，水分子间的空隙减小，密度增大，当超过 4 ℃时，由于热运动加剧，分子间距离加大，密度逐渐减小，因此，水的密度在 4 ℃时最大。水的这一特殊性使水结

7.答案

物质	配离子	中心离子	配位体	配位数	配位原子
(1)$K_2[Cu(CN)_4]$	$[Cu(CN)_4]^{2-}$	Cu^{2+}	CN^-	4	C
(2)$(NH_4)_2[PtCl_6]$	$[PtCl_6]^{2-}$	Pt^{4+}	Cl^-	6	Cl
(3)$[Cd(NH_3)_4](OH)_2$	$[Cd(NH_3)_4]^{2+}$	Cd^{2+}	NH_3	4	N

8.答案　氢离子最外层没有电子，具有空轨道，水分子中氧原子上有孤电子对，所以氢离子提供一个空轨道与氧原子的孤电子对形成配位键，H_2O 与 H^+结合形成 H_3O^+。

解析　配位键的形成条件：一个原子或离子具有接受孤电子对的空轨道，另一个分子或离子具有未参与成键的孤电子对。

9.答案　向稀盐酸和 $FeCl_3$ 的混合溶液中加入固体 NaCl，NaCl 溶解，如果溶液变为亮黄色，说明在高浓度 Cl^- 的条件下可生成$[FeCl_4]^-$(其他答案合理即可)。

◆复习与提高

1.A　单质的晶体可以是分子晶体(如 O_2、N_2、H_2 等)、共价晶体(如金刚石、晶体硅、晶体硼等)、金属晶体(如 Au、Cu、Fe、Mg、K 等)。因此单质的晶体中可存在共价键(共价晶体)，分子间作用力(分子晶体)，金属离子和自由电子间的作用(金属晶体)。

2.B　NaCl 晶体中，每个 Na^+ 周围紧邻且距离相等的 Na^+ 共有 12 个。

成冰时密度减小，冰浮在液态水的表面上，便于水中生物在寒冷的冬天生存。

12.答案　钠的卤化物均为离子晶体，熔点较高；硅的卤化物均为分子晶体，熔点较低。

13.答案　HF 分子间存在氢键，分子间氢键使物质的熔点升高。

14.答案　(1)4　ZnS

(2)sp^3

(3)H_2O 能和乙醇分子形成氢键

(4)正四面体

解析　第四周期元素的基态原子的内层轨道全部排满电子，且最外层电子数为 2 的元素是 Zn，则 X 是锌元素；Y 元素的基态原子的 3p 轨道上有 4 个电子，符合条件的是 S 元素；Z 元素的最外层电子数是其内层的 3 倍，Z 是氧元素。(1)该晶胞中含有 4 个 Zn^{2+}、4 个 S^{2-}；该化合物的化学式是 ZnS。(2)H_2S 中 S 为 sp^3 杂化。(3)H_2O 能和乙醇分子形成氢键，H_2S 不能和乙醇分子形成氢键。(4)SO_4^{2-} 中 S 为 sp^3杂化，故离子为正四面体结构。

15.答案　(1)$1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^2$

(2)1∶2

(3)$2[Au(CN)_2]^- + Zn = [Zn(CN)_4]^{2-}$ + ...

解析　A 的基态原子价层电子排布为 $ns^n np^n$，$n=2$，故 A 的

12∶1。

3.C 二氧化硅属于共价晶体,镁属于金属晶体,碘、蔗糖、冰属于分子晶体。

4.C 金刚石属于共价晶体,NaBr、KCl 属于离子晶体,CO_2、CH_4、H_2O、Cl_2 为分子晶体。

5.A 离子晶体必须含有离子键,即必为化合物;共价晶体不仅有单质(如金刚石、晶体硅、晶体硼等),还有化合物[如碳化硅(SiC)、石英(SiO_2)等];金属在常温下一般是晶体,但 Hg 常温

价层电子排布为 $2s^22p^2$,A 是碳元素;B 的基态原子 2p 能级有 3 个单电子,B 为氮元素;E^{2+} 的 3d 轨道有 10 个电子,故 E 为 Zn;F 是金元素。(1) Zn 的基态原子的电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^2$。(2) CN^- 中存在碳氮三键,故 σ 键与 π 键的数目之比是 1∶2。(3) 根据题意,发生的反应为 $2[Au(CN)_2]^-+Zn = [Zn(CN)_4]^{2-}+2Au$。

16.答案 共价键 分子 分子晶体